

Las transparencias son el material de apoyo del profesor para impartir la clase. No son apuntes de la asignatura. Al alumno le pueden servir como guía para recopilar información (libros, ...) y elaborar sus propios apuntes

En esta presentación se incluye un listado de problemas en el orden en el que se pueden resolver siguiendo el desarrollo de la teoría. Es trabajo del alumno resolverlos y comprobar la solución

Departamento: Ingeniería Eléctrica y Energética
Area: Máquinas y Motores Térmicos

CARLOS J RENEDO renedoc@unican.es
INMACULADA FERNANDEZ DIEGO fernandei@unican.es
JUAN CARCEDO HAYA juan.carcedo@unican.es
FELIX ORTIZ FERNANDEZ felix.ortiz@unican.es

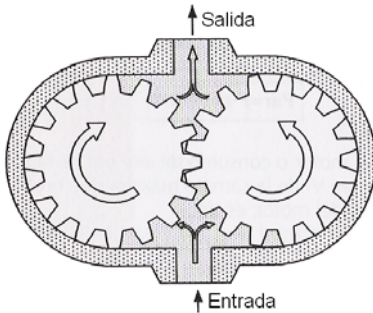


- **Introducción**
- **Construcción Básica**
- **Cilindros de Simple Efecto**
- **Cilindros de Doble Efecto**
- **Cilindros sin Vástago**
- **Cilindros Compactos**
- **Cilindros Elásticos y Músculos Neumáticos**
- **Cilindros de Membrana**
- **Cilindros de Dobles Vástago**
- **Cilindros Tándem**
- **Cilindros de Impacto**
- **Cilindros Telescópicos**
- **Cilindros de Vástago Hueco**
- **Cilindros Multiposicionales**

- **Actuadores Rotativos**
- **Pinzas Neumáticas**
- **Detectores Magnéticos**
- **Multiplicador de Presión**
- **Motores Neumáticos**
- **Fuerza y Potencia**
- **Consumo de Aire**
- **Reguladores de Caudal**
- **Control de la Velocidad**
- **Juntas**
- **Amortiguación**
- **Fijación del Actuador**
- **Pandeo del Vástago**
- **Normas**

Motores Neumáticos (II)

➤ **De engranajes:** baratos y de reducido rendimiento, hasta 60 CV



$$\text{Par} = P_1 \cdot S_1 \cdot r = P_1 \cdot S_1 \cdot \frac{m \cdot z}{2} = \frac{P_1 \cdot 2,25 \cdot m^2 \cdot b \cdot z}{2}$$

$$Q_N = 2 \cdot V_1 \cdot z \cdot n \cdot (P_1 + 1)$$

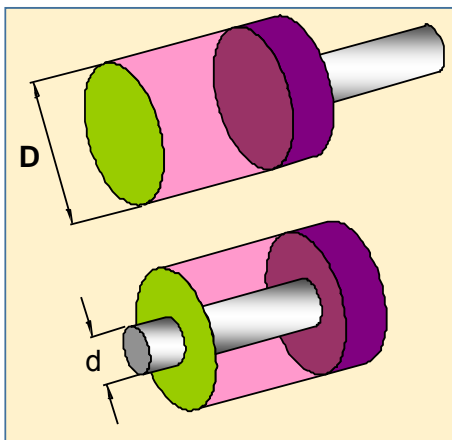
$$\text{Pot} = \frac{\text{Trabajo}}{t} = \text{Par} \cdot w = \text{Par} \cdot [2 \cdot \pi \cdot n] =$$

$$= \frac{P_1 \cdot 2,25 \cdot m^2 \cdot b \cdot z \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 1000 \cdot 75}$$

- b = ancho del diente (mm)
- m = módulo de la rueda dentada (altura del diente, mm)
- n = r.p.m.
- z = nº de dientes de la rueda
- P₁ = presión relativa actuante (kgf/cm²)
- Pot = Potencia (CV)
- r = radio (mm)
- V₁ = volumen de la cámara máxima
- w = velocidad angular

Fuerza y Potencia (I)

- La **Fuerza Teórica** del cilindro se calcula multiplicando el área efectiva del pistón por la presión de trabajo
 - El área efectiva para el cilindro “a más” (salida) es el área completa del diámetro “D” cilindro
 - El área efectiva del cilindro “a menos” (retorno) se reduce por el área que ocupa el vástago del pistón “d”



$$F_{\text{avance}} [\text{N}] = \pi \cdot \frac{D_{\text{cil}}^2}{4} [\text{mm}^2] \cdot \frac{P [\text{bar}]}{10}$$

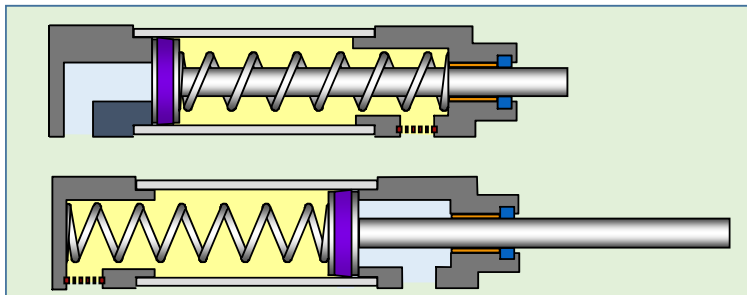
P manométrica

$$F_{\text{retorceso}} [\text{N}] = \pi \cdot \frac{D_{\text{cil}}^2 - d_{\text{vas}}^2}{4} [\text{mm}^2] \cdot \frac{P [\text{bar}]}{10}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \left[\frac{\text{m}^2}{10^6 \text{ mm}^2} \right] = 0,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Fuerza y Potencia (III)

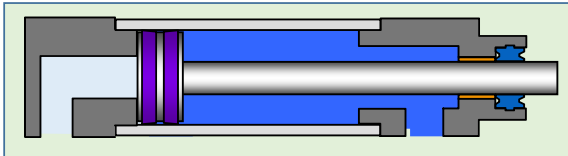
- En un **cilindro de S.E.** hay que tener en cuenta la **fuerza ejercida por el muelle** (la fuerza opositora del muelle se incrementa a medida que el muelle se comprime)
 - Si es normalmente dentro con retorno a por muelle
 - F_{muelle} resta a la teórica en la salida del cilindro
 - F_{muelle} es la fuerza de retorno
 - Si es normalmente fuera, salida por muelle
 - F_{muelle} resta a la teórica en el retorno del cilindro
 - F_{muelle} es la fuerza de salida



$$F_{\text{resorte}} \approx 10 \text{ al } 15\% F_{\text{cil}}$$

Fuerza y Potencia (V)

➤ *En un cilindro de D.E.*



- Los valores a menos son menores por el área que ocupa el vástago
- Los valores mostrados en la tabla son para presión de trabajo de 6 bar
- Para otras presiones multiplicar por la presión y dividir por 6

Diám. Cil. mm	Diám. Vas. mm	A mas (N) a 6 bar	A menos (N) a 6 bar
8	3	30	25
10	4	47	39
12	6	67	50
16	6	120	103
20	8	188	158
25	10	294	246
32	12	482	414
40	16	753	633
50	20	1.178	989
63	20	1.870	1.681
80	25	3.015	2.721
100	25	4.712	4.418
125	32	7.363	6.881
160	40	12.063	11.309
200	40	18.849	18.095
250	50	29.452	28.274
320	63	48.254	46.384

Fuerza y Potencia (VII)

La fuerza de un cilindro: depende de la presión, la sección del émbolo y del rozamiento en las juntas dinámicas

	$F_{\text{avance}} \text{ [N]}$	$F_{\text{retorceso}} \text{ [N]}$
C. D.E.	$\pi \cdot \frac{D_{\text{cil}}^2}{4} \text{ [mm}^2\text{]} \cdot \frac{P \text{ [bar]}}{10}$	$\pi \cdot \frac{D_{\text{cil}}^2 - d_{\text{vas}}^2}{4} \text{ [mm}^2\text{]} \cdot \frac{P \text{ [bar]}}{10}$
C. S.E.	$\left(\pi \cdot \frac{D_{\text{cil}}^2}{4} \text{ [mm}^2\text{]} \cdot \frac{P \text{ [bar]}}{10} \right) - F_{\text{resorte}} \text{ [N]}$	$F_{\text{resorte}} \text{ [N]}$

Cambian si es normalmente fuera

$F_{\text{resorte}} \approx 10 \text{ al } 15\% F_{\text{cil}}$

$F_{\text{rozamiento}} \approx 5 \text{ al } 10\% F_{\text{cil}}$

$F_{\text{real}} < F_{\text{teórica}}$

$F_{\text{real}} \approx [0,5 \text{ a } 0,75] \cdot F_{\text{teórica}}$

Consumo de Aire de un Cilindro (I)

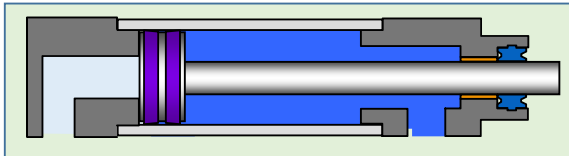
Hay dos factores a considerar en el consumo de aire de un cilindro:

- El volumen desplazado por pistón multiplicado por la presión absoluta
- El volumen de todo circuito neumático (cavidades en culatas y pistón, puertos del cilindro, tubos de alimentación y cavidades en la válvula, etc), todos ellos multiplicados por la presión manométrica. Este volumen, que va a escape, varía según la instalación y se considera entre el 5-10% del volumen del cilindro
- En los cilindros de D.E. hay que considerar las dos cámaras en cada carrera del cilindro (con sus diferentes volúmenes)
- En los cilindros de S.E. sólo se llena una de las cámaras (depende si el cilindro es normalmente dentro o fuera)

Consumo de Aire de un Cilindro (III)

➤ *En un Cilindro de D.E.*

Consumo en litros a 6 bar por
mm de carrera del cilindro



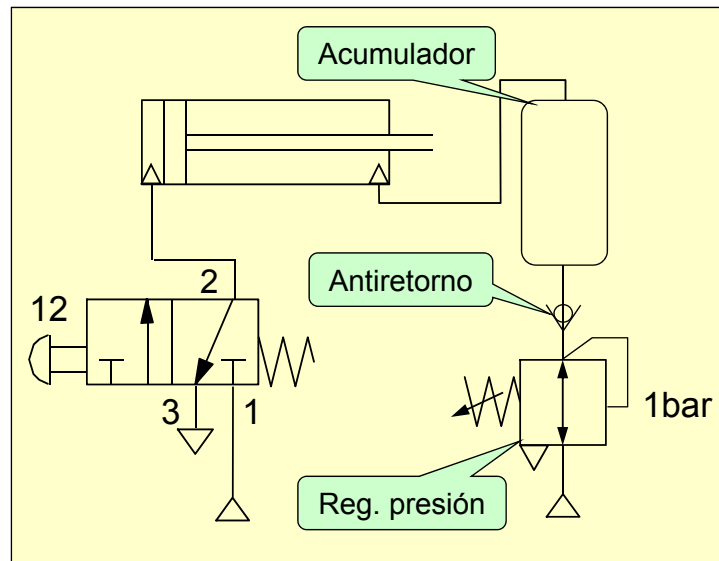
- Multiplicar cada valor por la carrera en mm
- Para presiones manométricas diferentes de 6 bar multiplicar por la presión absoluta y dividir por 7

Diám. mm	Vás. mm	a mas	a menos	ciclo
10	4	0.00054	0.00046	0.00100
12	6	0.00079	0.00065	0.00144
16	6	0.00141	0.00121	0.00262
20	8	0.00220	0.00185	0.00405
25	10	0.00344	0.00289	0.00633
32	12	0.00563	0.00484	0.01047
40	16	0.00880	0.00739	0.01619
50	20	0.01374	0.01155	0.02529
63	20	0.02182	0.01962	0.04144
80	25	0.03519	0.03175	0.06694
100	25	0.05498	0.05154	0.10652
125	32	0.0859	0.08027	0.16617
160	40	0.14074	0.13195	0.27269
200	40	0.21991	0.21112	0.43103
250	50	0.34361	0.32987	0.67348

Consumo de Aire de un Cilindro (V)

Siempre que el cilindro tenga que realizar el esfuerzo en un solo movimiento (avance o retroceso), interesa colocar C.S.E. ya que tiene menor consumo de aire; pero los C.S.E. son de carreras cortas

Un posible esquema para “convertir” un C.D.E. en S.E.

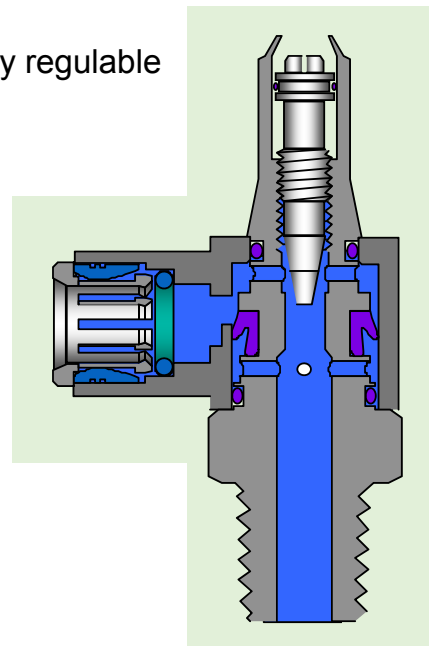
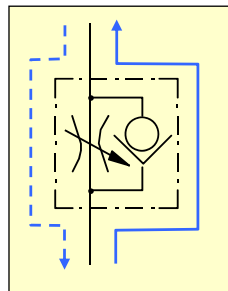
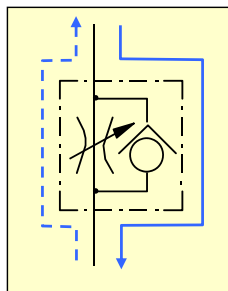


Regulador de Caudal (II)

➤ **Regulador de caudal regulable, uni-direccional, montado en línea**

- Caudal libre en una dirección
- En la dirección opuesta caudal restringido y regulable

- ✓ Diseño para ir montado directamente sobre la cabeza del cilindro
 - Versiones alimentación y descarga

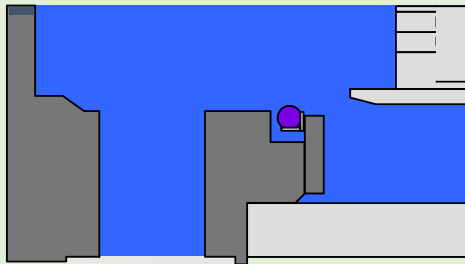


Control de Velocidad (II)

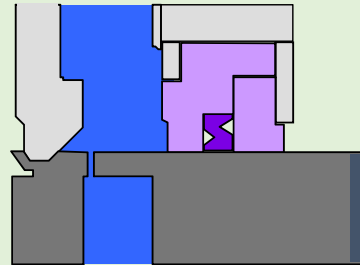
La velocidad natural del cilindro se puede incrementar o reducir

- Normalmente una válvula menor reduce la velocidad
- Una válvula mayor suele incrementar la velocidad

La dimensión de las conexiones limita la velocidad



conexión no restringida



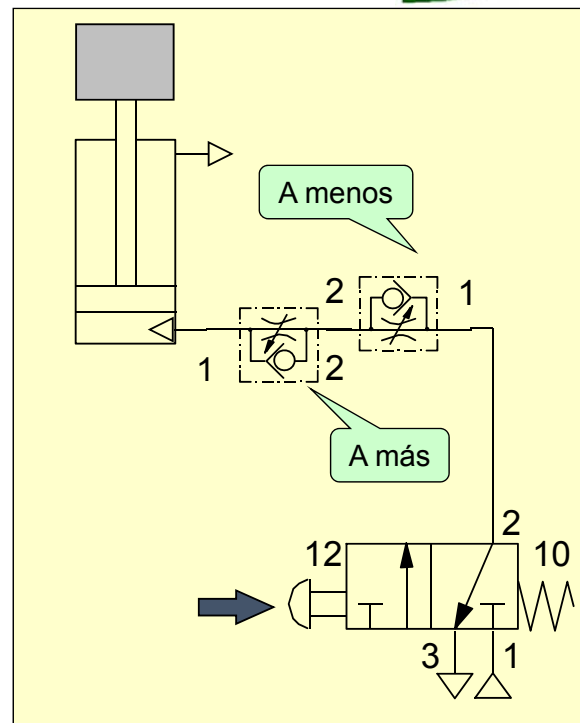
conexión restringida

Control de Velocidad (IV)

➤ *En un cilindro de S.E.*

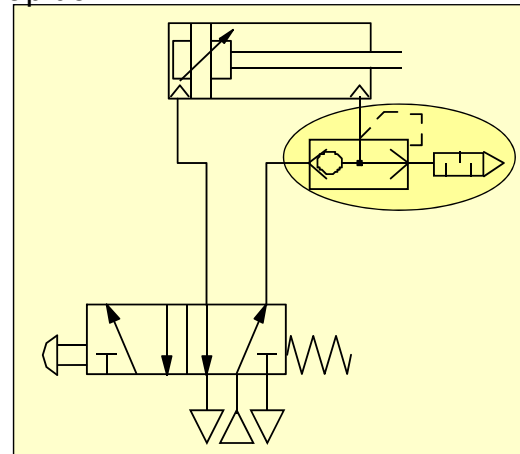
- Regula la velocidad del cilindro en ambos sentidos

La velocidad en ambos sentidos puede ser diferente



Control de Velocidad (VI)

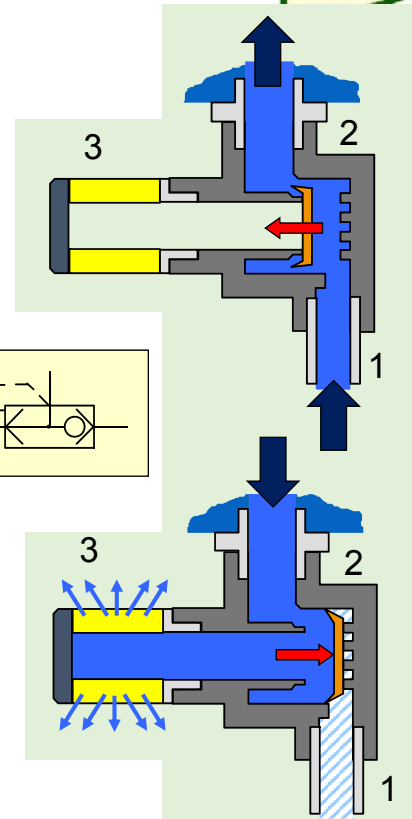
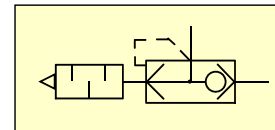
- ***Aumento de la velocidad en un cilindro de D.E.***
 - En algunas aplicaciones la velocidad se puede incrementar en un 50% utilizando válvulas de escape rápido
 - Cuando actúa, el aire de escape del cilindro pasa directamente al escape a través de la válvula de escape rápido
 - La amortiguación será menos efectiva



Control de Velocidad (VIII)

➤ *Válvula de escape rápido*

- El aire fluye desde la válvula de control hacia el cilindro a través de una junta de labios
- Cuando se actúa sobre la válvula de control la caída de la presión en la válvula permite a la junta de labios cambiar su posición y conectar directamente con el exterior
- El aire del cilindro escapa hacia el exterior rápidamente a través del silenciador



Control de Velocidad (X)

➤ Guía velocidad cilindros

A modo de guía, el gráfico muestra la velocidad máxima que alcanzan los cilindros en combinación de los Cv típicos de las válvulas, y del tanto por ciento de carga

